

國立武陵高級中學 96 學年度下學期高三物理科期末考試題卷

物理常數

計算時如需要可利用下列數值：

$$\text{電子質量 } m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{光速 } c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{卜朗克常數 } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$\text{電子伏特與焦耳換算為 } 1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

第壹部分 選擇題 (占 80 分)

一、單一選擇題 (40%)

說明：第 1 題至第 10 題，每題選出一個最適當的選項，標示在答案卡之「選擇題答案區」。每題答對得 4 分，答錯或劃記多於一個選項者倒扣 1 分，倒扣到本大題之實得分數為零為止，未作答者，不給分亦不扣分。

1. 卜朗克常數的單位與下列何者相同：

- (A) 速度
- (B) 角速率
- (C) 角動量
- (D) 質量
- (E) 熱量

2. 真空中一束電子流通過一雙狹縫，在遠處屏上產生干涉條紋，若將電子的動能增加 400 倍，則所生干涉條紋之間隔成為原來間隔的

- (A) $\frac{1}{20}$
- (B) $\frac{1}{40}$
- (C) $\frac{1}{10}$
- (D) $\frac{1}{100}$
- (E) $\frac{1}{400}$

3. 以高速電子撞擊金屬表面，產生 x 光之最短波長為 λ 埃時，此電子物質波之波長約為若干埃？

- (A) λ
- (B) 10λ
- (C) 100λ
- (D) $\frac{\sqrt{\lambda}}{10}$
- (E) $\frac{\sqrt{\lambda}}{100}$

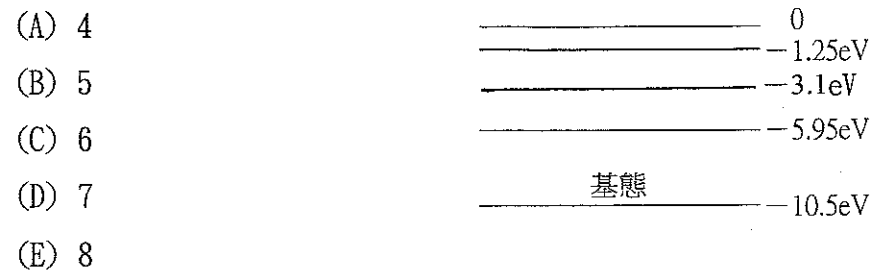
4. 在康卜吞效應的實驗中，若以波長為 $\lambda = \frac{2h}{mc}$ 的 X 光射到一靜止的電子，則散射後的康卜吞散射波的最大波長為多少？(卜朗克常數 h ，電子的靜止質量 m ，在真空中的光速 c)

- (A) $\frac{2h}{mc}$
- (B) $\frac{3h}{mc}$
- (C) $\frac{4h}{mc}$
- (D) $\frac{5h}{mc}$
- (E) $\frac{6h}{mc}$

5. 設電子質量 m 的物質波長與一光子的波長相同，均為 λ ，又光速為 c ， h 為卜朗克常數，則該電子能量 E_1 與此光子能量 E_2 之比為 $\frac{E_1}{E_2} =$

- (A) $\frac{hc}{2m\lambda^2}$
- (B) $\frac{2h}{mc\lambda}$
- (C) $\frac{h^2}{2mc\lambda}$
- (D) $\frac{h}{2mc\lambda^2}$
- (E) $\frac{h}{2mc\lambda}$

6. 一原子最低的幾個能階如附圖所示。當此原子與動能為 9.5eV 的電子碰撞而受激後，此原子發出的光子，產生的光譜線最多有幾條？



7. 設一電子（質量為 m ）之動能 E 與一光子能量相同，設光速為 c ，則電子之物質波長 λ_1 與光子波長 λ_2 之比 $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ 為

- (A) $\frac{E}{c}$
 (B) $\frac{E}{mc^2}$
 (C) $\frac{mc^2}{E}$
 (D) $\sqrt{\frac{E}{2mc^2}}$
 (E) $\sqrt{\frac{mc^2}{2E}}$

8. 如一氫原子(H)的電子從 $n=2$ 的穩定態躍遷至 $n=1$ 的穩定態時，所放出光子能量為 E ，則一氦離子(He^+)的電子從 $n=4$ 的穩定態躍遷至 $n=2$ 的穩定態時，所放出光子的能量約為

- (A) $0.37E$
 (B) $0.42E$
 (C) $0.53E$
 (D) $0.74E$
 (E) E

9. 一電子質量 m ，被限制於一長度為 L 的長方形盒子內往復自由運動。在穩定態時，此電子的物質波在此盒子內形成駐波（盒子兩端點為節點），則此電子從第 4 激發態躍遷到第 2 激發態，輻射的光子波長為 $\frac{2mcL^2}{xh}$ ，則 $x=$

- (A) 2
 (B) 3
 (C) 4
 (D) 5
 (E) 6

10. 有一質量 m ，電量 e 之電子垂直射入一均勻磁場 B 中做圓周運動，若電子之物質波形成駐波，電子作圓形軌道運行也遵守特定軌道運行，引入量子數 n ，則電子在 $n=4$ 的軌道半徑為 r_4 與 $n=1$ 的軌道半徑為 r_1 ，試求 $\frac{r_4}{r_1} = ?$

- (A) 2
 (B) 4
 (C) 8
 (D) 16
 (E) 32

二、多選題（40%）

說明：第 11 題至第 18 題，每題各有 5 個選項，其中至少有一個是正確的。選出正確選項，標示在答案卡之「選擇題答案區」。每題 5 分，各選項獨立計分，每答對一個選項，可得 1 分，每答錯一個選項，倒扣 1 分，完全答對得 5 分，整題未作答者，不給分亦不扣分。在備答選項以外之區域劃記，一律倒扣 1 分，倒扣到本大題之實得分數為零為止。

11. 下列有關於近代物理幾個重要實驗的敘述中，有那些是正確的？

- (A) 愛因斯坦的光量子論與德布羅意的物質波的公式具有相同的數學形式，所以兩者的物理內涵也具有相同的意義。
 (B) 法蘭克和赫茲實驗利用電子碰撞汞原子的方法，證明電子損失的能量全部轉為汞原子的動能，直接證實穩定態的存在。
 (C) 拉塞福的 α 粒子散射實驗中，發現有些 α 粒子的散射角很大，由此推論原子核存在的證據。
 (D) 戴維生和革末仿照布拉格父子所作的反射式 x 光晶體繞射實驗，以電子束射向鎳晶體薄膜表面，獲得電子的繞射圖樣，此實驗證明電子具有波動性。
 (E) 康普頓實驗中，電子束穿過石墨時，因為石墨中原子的排列有規則性，而產生繞射。

12. 已知動能為 50.0 eV 的電子，其物質波波長為 $1.73 \times 10^{-10} \text{ m}$ 。若以波長為 $2.07 \times 10^{-7} \text{ m}$ 的紫外光照射於功函數為 4.0 eV 的金屬材料，則下列有關物質波及光電效應的敘述，何者正確？

- (A) 因光電效應所釋放出的電子，其物質波波長最小約為 $8.7 \times 10^{-10} \text{ m}$ 。
- (B) 波長為 $2.07 \times 10^{-7} \text{ m}$ 的紫外光波具有粒子性，其光子能量約為 6 eV。
- (C) 光電效應的實驗結果可證實物質波的存在。
- (D) 物質波的假設是由德布羅意首先提出的。
- (E) 動能為 50 eV 的電子束因具有物質波，入射金屬晶體後可觀察到電子的繞射現象。

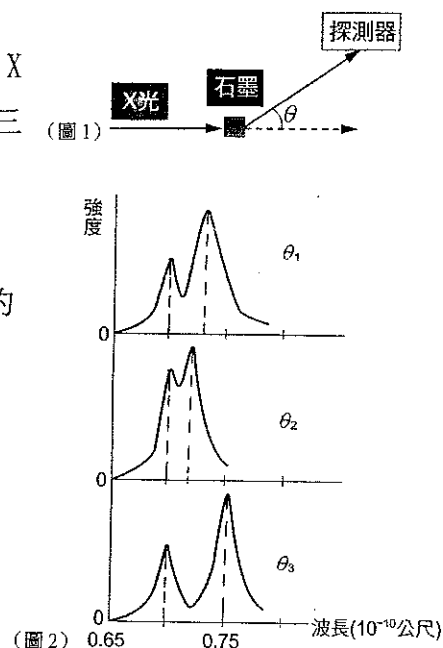
13. $^{218}_{84}\text{Po}$ 逐步放射 1 個 β 粒子，2 個 α 粒子，再放出 1 個 β 粒子即變為新元素 E_1 。 E_1 慢慢放射 1 個 β 粒子後再逐步放射 1 個 α 粒子及 1 個 β 粒子變為穩定的新元素 E_2 ，則下列敘述何者正確？

- (A) E_2 是 E_1 的同位素
- (B) E_2 不是 E_1 的同位素
- (C) E_1 的質量數為 210
- (D) E_1 的質量數為 212
- (E) E_2 的質量數為 206

14. 附圖 1 為康卜吞效應的實驗裝置圖，圖中 θ 為 X 光的散射角。附圖 2 為 X 光強度與其波長在三個不同散射角的數據圖，下列敘述何者正確？

【提示： $\Delta \lambda = \frac{h}{mc} (1 - \cos \theta)$ 】

- (A) X 光的散射主要是由石墨中的電子所造成的
- (B) 本實驗主要說明電子的粒子性
- (C) 入射 X 光之波長約 $7.0 \times 10^{-11} \text{ m}$
- (D) 三個散射角大小關係為 $\theta_2 > \theta_1 > \theta_3$
- (E) 入射 X 光所損失的能量以散射角為 θ_3 時最大



15. 關於原子核的 α 、 β 、 γ 衰變，下列敘述何者正確？

- (A) 三種射線垂直射入相同的均勻磁場中，則 α 、 β 作相反方向的圓周運動， γ 則不偏折
- (B) 三種射線垂直於電場中的電力線射入相同的均勻電場中，則 α 、 β 作相反方向的拋物線運動， γ 則不偏折
- (C) α 衰變時放出 α 和伴隨釋出高能量的 γ 射線，原子序減 2，中子數減 2
- (D) β 衰變時放出 β 和伴隨釋出高能量的 γ 射線，原子序不變，質量數加 1
- (E) 能同時放出 α 、 β 、 γ 三種射線

16. 下列關於半導體的敘述，何者正確？

- (A) 電洞的運動方向和自由電子的運動方向相同，因此通過半導體內的電流，應合併計算由自由電子和電洞所形成的電流。
- (B) 電洞和自由電子同樣承擔半導體內的導電工作。
- (C) 在純矽（或鍺）晶體內，電洞和自由電子的數目相同。
- (D) 在 n 型半導體中，自由電子的數目遠大於電洞的數目，因此自由電子為多數載子，電洞為少數載子，由自由電子來擔任主要的導電任務。
- (E) 在 p 型半導體中，自由電子的數目遠少於電洞的數目，因此自由電子為少數載子，電洞為多數載子，還是由自由電子來擔任主要的導電任務。

17. 波耳的氫原子模型，電子繞質子作等速率圓周運動，假設原子核（即質子）固定不動。當氫原子處於第三受態與基態時，下列敘述何者正確？

- (A) 電子的速率比值為 3
- (B) 電子的軌道半徑比值為 16
- (C) 電子繞原子核的角動量大小比值為 3
- (D) 電子繞轉週期比值為 64
- (E) 電子在質子處產生的磁場比值為 $\frac{1}{1024}$

18. 汞原子的主要能階如右圖所示，則下列敘述中何者為正確？

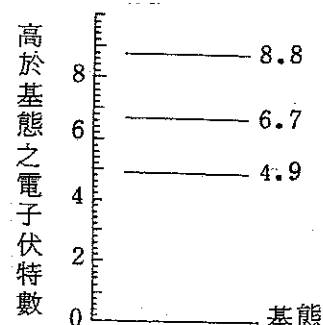
(A) 以動能為 6.0 電子伏特之電子撞擊處於基態之汞原子，如果碰撞後電子電能變為 1.1 電子伏特，則其動能損失大部份變為汞原子的動能

(B) 以動能為 3.0 電子伏特之電子撞擊處於基態之汞原子，
撞擊後電子之動能幾乎不變。

(C) 以動能為 6.0 電子伏特之電子撞擊處於基態之汞原子，
汞原子必定會躍昇至受激態。

(D) 以能量為 7.2 電子伏特之光子撞擊處於基態之汞原子，
汞原子必定會躍昇至受激態。

(E) 以能量為 7.2 電子伏特之電子撞擊處於基態之汞原子，
汞原子可能發射 6890 埃的光譜線。



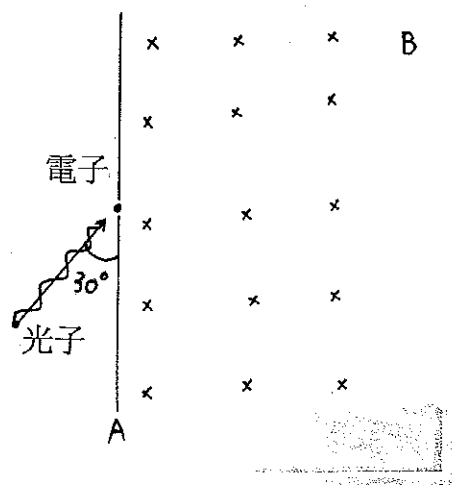
第貳部分 非選擇題（占 20 分）

說明：本大題共有 2 題，答案務必寫在「答案卷」上，並於題號欄標明題號（一、二）與子題號（1、2、3...）。作答時不必抄題，但務必寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。每題配分標於題末。

一、

(a) 若以波長為 $\frac{h}{3mc}$ 的 X 光與自由且靜止的電子作完全彈性碰撞，試求碰撞後電子的最大動量為多少？其中 m 為電子質量， e 為電子電量， c 為光速， h 為卜朗克常數（答案請以 e 、 m 、 c 、 h 表示，提示：符號不一定全部用得到）（5 分）

(b) 為測量 (a) 題中碰撞後電子的動量，特別在電子後面裝置一個薄平板 A，板上有一狹縫口，以利碰撞後的電子能進入板後方，板的後方為均勻磁場 B，入射的 X 光與平板夾角



30 度（如圖所示）。設整個量測系統在真空中，計算 (a) 題中具有最大動量的電子通過狹縫口進入磁場中，試求電子在磁場中的運動軌跡弧形長度為多少？（答案請以 e 、 m 、 c 、 B 、 h 表示。提示：符號不一定全部用得上）（5 分）

二、在 1913 年波耳提出氫原子模型中，若 f 為電子作圓形軌道運動的繞轉頻率，此時 E 為氫原子的總能量，當氫原子在基態時，電子的角動量的量值為 $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ （ h 為卜朗克常數）（5 分）

(1) 試問當量子數為 n 時，氫原子系統總能量為多少？（假設游離態的氫原子系統總能量為零電子伏特，答案請以 n 、 \hbar 、 f 、 π 表示）

(2) 氫原子的電子從第三受激態躍遷到基態時，所放出光子的波長為多少？（假設基態時電子繞轉頻率為 a ，光速為 c ，答案請以 n 、 \hbar 、 a 、 π 表示。提示：符號不一定全部用得上）（5 分）

背面有題

